

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



CONTROL BIOLÓGICO DE COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*) Y MAZORQUERO (*Heliothis zea*) EN EL CULTIVO DE MAÍZ AMILÁCEO (*Zea mays* L.), EN LA LOCALIDAD DE MAUCACALLE ABANCAY – APURÍMAC.

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO, PRESENTADO POR EL BACHILLER EN CIENCIAS AGRARIAS:

Eloy Benjamín GUTIERREZ PEÑA

ASESOR

: Dr. Francisco MEDINA RAYA

ABANCAY – APURIMAC

2017

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

INTRODUCCIÓN

RESUMEN

CAPITULO I

Pág.

1.1.	Planeamiento del problema	1
1.2.	Objetivos	1
1.2.1	Objetivo general	1
1.2.2	Objetivos específicos	2
1.3.	Justificación	2
1.4.	Hipótesis	3

CAPITULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1	Generalidades del cultivo de maíz	4
2.1.1.	Centro de origen	4
2.1.2.	Categoría Taxonómica del maíz	5
2.1.3	Descripción botánica	6

2.1.4	Características agroclimáticas del cultivo de maíz	10
2.1.5	Manejo del cultivo de maíz	13
2.2	<i>Spodoptera frugiperda</i>	21
2.2.1	Descripción y biología	22
2.2.2	Daños.....	24
2.3	<i>Heliothis zea</i>	25
2.3.1	Clasificación taxonómica.....	25
2.3.2	Morfología y biología.....	25
2.3.3	Daños.....	27
2.4	<i>Bacillus thuringiensis</i>	29
2.4.1	Clasificación y taxonomía	30
2.4.2.	Mecanismos de acción	30
2.5	<i>Beauveria bassiana</i>	32
2.5.1	Clasificación taxonómica	32
2.5.2	Mecanismos de acción	32

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica e hidrográfica	37
3.1.1 Ubicación geográfica.....	37
3.1.2 Ubicación hidrográfica.....	37
3.1.3 Característica edafoclimática	37
3.2 Materiales.....	38
3.2.1 Materiales biológicos.....	38
3.2.2 Materiales de campo	39
3.2.3 Maquinaria agrícola.....	39
3.2.4 Materiales de gabinete	39
3.3 Metodología.....	39
3.3.1 Diseño experimental.....	39
3.3.2 Características de la unidad experimental	40
3.3.3 Descripción de los tratamientos	40
3.3.3.1. Área experimental	41
3.3.4 Variables	42
3.3.4.1 Variable dependiente.....	42
3.3.4.2 Variable independiente	42
3.3.5 Labores agronómicas.....	42

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Porcentaje de mortalidad en la población de cogollero y mazorquero por la aplicación de entomopatógenos.....	44
4.1.1 Porcentaje de mortalidad en poblaciones de Cogollero.....	44
4.1.2 Porcentaje de mortalidad de poblaciones de mazorquero.....	49
4.2 Resultados del rendimiento.....-	52

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	54
5.2 Recomendaciones	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	62

LISTA DE TABLAS

Pág.

TABLA 1. Temperatura del maíz.....	11
TABLA 2. Absorción de nutrientes (%) durante ciclo vegetativo del maíz...	17
TABLA 3. Evaluación promedio de larvas de cogollero en la primera evaluación.....	44
TABLA 4. Clasificación de los porcentajes de promedio de eficiencia de la primera evaluación.....	45
TABLA 5. ANVA para porcentaje de mortalidad tratamientos.....	46
TABLA 6. Pruebas de tukey para porcentaje de mortalidad tratamientos.	46
TABLA 7. Evaluación promedio de larvas de cogollero en la segunda evaluación	47
TABLA 8. Clasificación de los porcentajes promedio de eficiencia en la segunda evaluación	48
TABLA 9. ANVA porcentaje mortalidad tratamientos	48
TABLA 10. Pruebas de tukey para porcentaje de mortalidad cogollero tratamientos	49
TABLA 11. Evaluación promedio de larvas cogollero	50
TABLA 12. Clasificación de los porcentajes promedio de eficiencia en la evaluación de Mazorquero	50
TABLA 13. ANVA para porcentaje de mortalidad mazorquero tratamientos	51
TABLA 14. Pruebas de múltiples rangos para porcentaje mortalidad mazorquero tratamientos	52

TABLA 15. Rendimiento promedio obtenido por la	
aplicación de los tratamientos	53
TABLA 16. ANVA rendimiento tratamientos	53

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Adulto de <i>Spodoptera frugiperda</i>	23
FIGURA 2. Acción de <i>Bacillus thuringiensis</i>	31
FIGURA 3. Croquis del diseño experimental	41

DEDICATORIA

A Dios quien ha sido mi guía y fortaleza, por haberme permitido llegar hasta este punto y cuidar mi salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Melchora por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, más que nada por su amor.

A mi padre Justo y hermano Darío quienes siempre se han esforzado para hacerme la persona que soy y de quien heredé la constancia para lograr mis ideales.

A mis familiares y amigos quienes de una u otra forma han contribuido y participado para alcanzar la meta trazada, ya que con su ayuda ésta se hizo más fácil gracias a todos.

ELOY BENJAMIN

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial al Dr. Francisco MEDINA RAYA, asesor del presente trabajo de investigación y Docente de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Tecnológica de los Andes, Que fue la persona que me ayudó en todo momento y guió constantemente en todos los aspectos, agradezco la plena confianza demostrada, así como la dedicación y la atención a mis consultas realizadas, mi agradecimiento infinito.

Así mismo mi agradecimiento muy especial al M.S.c.. Juan ALARCON CAMACHO, Ing. Jaher Alejandro MENACHO MORALES por su apoyo en la revisión del trabajo y a la vez docentes de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Tecnológica de los Andes.

De la misma forma agradecer al Ing. Reynaldo RUIZ ALZAMORA, por el apoyo constante en las actividades realizadas donde fue vital para mi avance de la manera más correcta y tener un futuro mejor, quien también demostró ser a mi lado mi consejero y un gran ejemplo a seguir.

Gracias a todos mis compañeros y amigos que hice a lo largo de mi vida universitaria, gracias a todos por su linda amistad y su apoyo incondicional.

También a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la elaboración de este trabajo de investigación.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos de mayor importancia en la región Apurímac, específicamente en la provincia de Abancay, se ha venido sembrando ancestralmente, es muy rentable y sobre todo incide en la alimentación humana. No obstante, este cultivo viene siendo atacado por numerosos insectos, de los cuales dos son de mayor importancia. El cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y el mazorquero (*Heliothis zea*), que presentan año tras año en las zonas agrícolas donde se viene sembrando este cereal.

Estas plagas de importancia económica en el cultivo de maíz afecta directamente a la planta, el cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se ubica directamente en el cogollo del maíz ocasionando cortes y como consecuencia el maíz se marchita y queda totalmente debilitada, en el caso del mazorquero (*Heliothis zea*) su ataque afecta directamente al choclo cuando está en su inicio de formación, las adultas ponen huevos en el elote y éstas ingresan hacia los granos lechosos y pasa su ciclo biológico alimentándose de ella y finalmente cuando termina su ciclo realiza orificios en el choclo para poder salir y formar su pupa.

Como medida de control contra estas plagas se han utilizado frecuentemente productos químicos, sin embargo estos productos y sus dosis aplicadas pueden causar intoxicación crónica así como generar resistencia en las futuras poblaciones de estas plagas, contaminar el ambiente y sobre todo generar residuos en los alimentos, es por la cual las evitamos la contaminación con estas medidas de control biológico como base de la conservación del medio ambiente.

RESUMEN

El estudio se realizó en el distrito de Tamburco, provincia de Abancay de la región Apurímac durante la campaña agrícola 2016. La experimentación tuvo como objetivos la evaluación de *Bacillus thuringiensis* y *Beauveria bassiana*, en el control biológico de *Spodoptera frugiperda* y *Heliothis zea* en maíz (*Zea mays* L.). El diseño empleado fue, diseño en bloques completamente aleatorizados (DBCA) con 3 tratamientos y 4 repeticiones, haciendo un total de 12 unidades experimentales, cada unidad experimental tenía un área de 32.5 m².

Las variables agronómicas evaluadas fueron: altura de plántula de maíz y porcentaje de mortandad de larvas de cogollero y mazorquero en el cultivo de maíz. Se realizó el Análisis de Varianza a los tratamientos evaluados a fin de determinar si existían diferencias estadísticas de las medias poblacionales en estudio. Posteriormente se realizó la prueba Rangos Múltiples con un nivel de confiabilidad del 5% a fin de detectar las superioridades entre los tratamientos evaluados. De los tratamientos evaluados, solo el tratamiento *Bacillus thuringiensis* fue el más promisorio, el resto de los tratamientos no tuvieron diferencias significativas entre sí.

Como resultado final de la evaluación con entomopatógenos en el control biológico de cogollero y mazorquero se tuvo la mejor alternativa de control con *Bacillus thuringiensis* alcanzando un porcentaje de eficiencia de 65.11% en la mortandad de larvas de mazorquero y un 68.33% en mortandad de larvas de cogollero.

CAPÍTULO I

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción de maíz amiláceo en la ciudad de Abancay y en todo el mundo es uno de los principales cultivos con fines alimenticios y comerciales con la peculiaridad de verse afectado frecuentemente por dos plagas agrícolas de gran importancia: *Spodoptera frugiperda* y *Heliothis zea*, como medida de control el productor emplea sólo productos químicos campaña tras campaña conllevando a que dichas especies de lepidópteros generen con el tiempo resistencia a esos productos agrícolas y además que se genera una contaminación ambiental; lo cual se evidencia como problema que existe una necesidad de contar con métodos de control de plagas efectivos y alternativos al empleo de insecticidas químicos; por lo tanto surge la siguiente interrogante de investigación:

¿Cuál es el efecto de la aplicación de *Bacillus thuringiensis* y *Beauveria bassiana* como agentes de control biológico de *Spodoptera frugiperda* y *Heliothis zea*?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Controlar biológicamente el cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y mazorquero (*Heliothis zea*) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la localidad de Maucacalle Abancay – Apurímac.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el porcentaje de mortalidad de las poblaciones de *Spodoptera frugiperda* y *Heliothis zea* en maíz (*Zea mays* L.) aplicando *Bacillus thuringiensis*.
- Evaluar el porcentaje de mortalidad de las poblaciones de *Spodoptera frugiperda* y *Heliothis zea* en maíz (*Zea mays* L.) aplicando *Beauveria bassiana*.
- Determinar el rendimiento del maíz con el control de entomopatógenos.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En la mayoría de los distritos de la provincia de Abancay, el control de plagas en el cultivo de maíz se basan únicamente en aplicaciones periódicas de insecticidas, por lo que es frecuente que los agricultores recurran a personal técnico del rubro agroquímico para que les recomienden el tipo de producto y la dosis a emplear. No obstante, a ello por lo general se hace un empleo abusivo de estos productos de origen químico que no solo dañan la fauna sino también inducen en el surgimiento de plagas secundarias, trayendo como consecuencia el empeoramiento de la situación actual.

Por lo cual, el presente trabajo de investigación pretende contribuir al mejoramiento de la producción agrícola en el cultivo de maíz empleando como alternativa de control, insumos de origen biológico amigable con el medio ambiente, con la finalidad de desarrollar alternativas de fácil uso y acceso hacia los productores de maíz, bajo el fundamento, de la

conservación del medio ambiente, la biodiversidad y mitigación del cambio climático.

1.4. **HIPÓTESIS**

Con la aplicación de *Bacillus thuringiensis* y *Beauveria bassiana*, disminuirán la población de las plagas agrícolas de *Spodoptera frugiperda* y *Heliothis zea*, en el cultivo de maíz amiláceo.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DEL MAÍZ

2.1.1 Centro de origen

Aunque se ha dicho y escrito mucho acerca del origen del maíz, todavía hay discrepancias respecto a los detalles de su origen. Generalmente se considera que el maíz amiláceo fue una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores hace 7000 y 10000 años. La evidencia más antigua del maíz como alimento humano proviene de algunos lugares arqueológicos en México donde algunas pequeñas mazorcas de maíz estimadas en más de 5000 años de antigüedad fueron encontradas en cuevas de los habitantes primitivos **(Wilkes, 1979, 1985)**.

Entre las teorías relacionadas con el origen del maíz, tenemos:

a) Origen del teosinte

El maíz deriva del teosinte a través de mutaciones y por selección natural o fue obtenido por los primeros agricultores Fito mejoradores Es generalmente aceptado el hecho de que el teosinte es el antecesor silvestre y/o allegado al maíz y que ha participado directa-mente en el origen del maíz cultivado. **(Galinat, 1995)**

b) De origen andino

El maíz amiláceo se habría originado en los altos Andes de Bolivia, Ecuador y Perú. La principal justificación para esta hipótesis fue la presencia de maíz reventón en América del Sur y la amplia diversidad genética presente en los maíces andinos, especialmente en las zonas altas de Perú. **Wilkes (1989)**

c) De origen mexicano

Basados en experiencias arqueológicas, mediante el estudio de fósiles, se ha comprobado que el maíz es originario del continente Americano, más específicamente de México, pues, en ciudad de México en excavaciones a 80 m de profundidad hallaron fósiles de polen de maíz de unos 80.000 años. En la Cueva del Murciélago, Estado de Nuevo México, encontraron fósiles de mazorcas pequeñas de unos 5.600 años; considerándose que esta es la edad de cultivo del maíz. **(wilkes 1989), (Rincón, O. 2000.)**

En México existen especies vecinas al maíz, sin embargo en el Perú existe la mayor variabilidad de maíces.

2.1.2 Categoría Taxonómica del maíz

Zuñiga (1989); señala que la categoría taxonómica del maíz es:

Reino	: Vegetal
División	: Angiospermae
Clase	: Monocotyledoneae
Sub clase	: Apetala
Orden	: Poales

Familia : Poaceae
Género : Zea
Especie : *Zea mays* L.

2.1.3 Descripción Botánica

Al respecto **Mateo (2005)** describe lo siguiente:

a) Morfología y anatomía, la planta de maíz amiláceo desarrolla un aparato vegetativo muy importante. Su sistema radicular es fasciculado y él a diferencia de otros cereales, destaca un tercer sistema de raíces aéreas o adventicias que nacen por encima del nivel del suelo, cuando la planta alcanza una altura de 60 – 70 cm y que sirven para sujetar la planta al suelo, ya que los otros dos sistemas de raíces, a pesar de ser bastantes desarrollados, no ejercen una buena fijación de la planta al suelo. Los híbridos desarrollan sistemas radiculares más potentes que las variedades locales.

El tallo generalmente único, es en caña maciza, cuyo diámetro va disminuyendo hacia el ápice y está constituido por una sucesión de nudos y entrenudos, cilíndricos en la parte superior y ligeramente aplastados en la inferior, con escotaduras en los centros de los entrenudos inferiores (lugar de apoyo de la mazorca). Alcanza una altura de 1.5 – 3 m y el diámetro medio del tallo es de 3 – 4 cm. Las yemas axilares que se encuentran a nivel de los nudos inferiores, no emiten más que en circunstancias especiales tallos, por lo que a

diferencia de otros cereales el ahijamiento no tiene ningún interés en el maíz.

Las hojas son alternas, rectinervias, formando un número total de 15 a 20 a lo largo del ciclo. Tienen un limbo grande de 35 – 80 cm de largo y 4 – 10 cm de anchas y una lígula corta y ciliada, ausente en algunas variedades botánicas.

El maíz amiláceo es una planta monoica con dos tipos de inflorescencia: la inflorescencia masculina es una panícula más o menos ramificada, situada al final del tallo, formada por varios ejes sobre los que se insertan pares de espiguillas con dos flores, cuyos pistilos han abortado y la inflorescencia femenina, constituida por flores agrupadas sobre una o varias espigas insertas en la axila de las hojas inferiores del tallo. Dichas espigas se denominan mazorcas y se unen al tallo mediante un pedúnculo de longitud variable según la variedad, y están envueltas por las espatas, que son hojas transformadas sin limbo. La mazorca está constituida por un raquis engrosado (zuro) sobre el que se insertan dos espiguillas bifloras por nudo, de las cuales sólo la superior es fértil. Los estambres de esta flor han abortado y su ovario porta un largo estilo, denominado seda. Estas flores no tienen glumas ni glumillas.

La mazorca, de forma alargada y cilíndrica, varía sus dimensiones en función de las variedades y condiciones de alimentación de la planta.

La fecundación es alógama (cruzada), generalmente el grano de polen madura antes que el estigma de la flor femenina sea receptivo.

El fruto es una cariósida desnuda de forma globosa (variedades autóctonas) Cien granos pesan entre 100 y 300 g. Su color es blanco y viene determinado por el tipo de polen que le fecunda.

b) Fisiología y ciclo de desarrollo, es uno de los cereales con una mayor capacidad fotosintética que se deriva del gran tamaño de la planta, su elevada área foliar, su potente sistema vascular y su metabolismo, ya que se trata de una planta C_4 , todo lo cual se traduce en una enorme capacidad productora de grano.

El ciclo de desarrollo y los estadios característicos del mismo son sustancialmente parecidos a los de otros cereales, excepto por el hecho de que no produce ramificación lateral (ahijamiento) a partir del nudo de la base del tallo.

- Periodo vegetativo, para comenzar a germinar necesita una temperatura mínima de 5°C aunque la germinación no es activa hasta alcanzar los 10°C , lo que condiciona en muchas regiones la fecha de siembra; estas condiciones la nascencia se producen en 10 días. El periodo de implantación del cultivo en el suelo se considera desde la nascencia hasta que alcanza el estado de 6 – 8 hojas, periodo durante el cual la planta tiene un crecimiento débil y la yema terminal se forma a ras del suelo, como apilamiento de los entrenudos. El factor fundamentalmente regulador de esta fase es la

temperatura, puede tener una duración en función de climas y variedades de 2 a 8 semanas.

- Periodo reproductor, se extiende desde el estado de 6 – 8 hojas hasta la floración. En el estado de 6 – 8 hojas y según las condiciones ambientales y variedad, el ápice desarrolla en pocos días la panícula (inflorescencia masculina), distinguiéndose en ella los rudimentos de las espiguillas, las flores y estambres.

Ocho a diez días después, una o dos yemas axilares evolucionan hacia la espiga femenina, siendo siempre la temperatura la que juega el papel principal en la regulación de este estado, pero también la disponibilidad de agua: si falta el número de flores, en consecuencia, el número final de granos será reducido. Es, por tanto, una fase decisiva para la determinación del rendimiento final de la planta. Suele tener una duración variable de seis semanas.

La emisión de polen comienza pocos días después de la aparición de la panícula, y dura alrededor de una semana.

La panícula empieza a producir polen antes que las “sedas” aparezcan al exterior. Esta fase explica que la autofecundación sea difícil y que la polinización cruzada sea prácticamente lo habitual. La fecundación del óvulo se produce 2 – 3 días después de la polinización.

- Periodo de maduración, tras la fecundación el grano comienza su engrosamiento pasando sucesivamente por los tres estados

característicos: estado lechoso, que acaba cuando el grano tiene un 80% de humedad; estado pastoso, que se alcanza cuando el grano tiene un 50% de humedad, con el grano ya netamente dentado y estado vítreo que acaba cuando el grano, tiene de un 35 – 38 % de humedad, alcanzando prácticamente la madurez fisiológica y casi no puede rayarse con la uña. El factor fundamental que regula todo el periodo es la disponibilidad de humedad del suelo.

Los principales componentes del rendimiento son: números de líneas de óvulos, longitud de la mazorca, número de mazorcas por planta, número de granos por espiga y peso del grano.

2.1.4 Características agroclimáticas del cultivo de maíz

El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C y a partir de los 30°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32°C. **(SIAGRO NORTE 2016)**

Tabla 1.
Temperatura en el maíz.

Etapa	T° mínima (°C)	T° óptima (°C)	T° máxima (°C)
Germinación	10	20 a 25	40
Crecimiento vegetativo	15	20 a 30	10
Floración	20	21 a 30	30

Fuente: Dirección Regional de Agricultura San Martín (s.f)

La floración es afectada por la temperatura. Temperaturas superiores a los 30 °C tienden a provocar una inflorescencia masculina más temprana que la femenina. Bajo condiciones de temperaturas menores de 20° la inflorescencia femenina aparece, más temprano que la masculina.

Así mismo en lugares con temperaturas menores de 20° tendrá mayor ciclo vegetativo que los sembrados en lugares con temperaturas mayores, aun siendo de la misma semilla.

Durante la época de la formación de granos, las temperaturas altas tienden a inducir una maduración más temprana (**PRAAPERÚ, 2013**).

a) Radiación solar

El maíz es una de las plantas cultivadas de más alto nivel de respuesta a los efectos de la luz. De este hecho depende principalmente su elevado potencial productivo.

Correlativamente la falta o reducción de la luz incide sobre su crecimiento y producción.

Una disminución de la intensidad lumínica, por un periodo de unos pocos días, produce la máxima reducción en el rendimiento en grano, si se produce durante la fase de polinización. La fase reproductiva resulta la más sensible a diferencias en la intensidad lumínica desde el punto de la producción de grano (**PRAAPERÚ, 2013**).

b) Precipitación pluvial

La cantidad óptima de lluvia es de 600 mm, la máxima de 1000 mm, las variedades precoces necesitan menos agua que las tardías.

Lluvias excesivas durante el ciclo vegetativo, sobre todo en condiciones de suelos pesados (arcillosos), inciden perjudicando el desarrollo de las plantas y el rendimiento. (**PRAAPERÚ, 2013**).

La distribución de la pluviometría o el aporte de agua por riego a lo largo del ciclo vegetativo del maíz son importantes para el crecimiento, sanidad del cultivo y rendimiento.

c) Humedad relativa

En la noche, el maíz necesita un ambiente fresco y no demasiado húmedo. La humedad atmosférica afecta la evaporación y en consecuencia, la efectividad de la lluvia o el riego sobre las plantas. La humedad del aire a nivel de las plantas depende de la densidad de la vegetación, la topografía, la naturaleza y la orientación del terreno, del viento y de la precipitación. Un fuerte grado de sequedad en el aire durante una semana o más afectan a los estomas de las hojas (principalmente la más viejas), que no recuperan su estado normal hasta que la humedad vuelve a su nivel habitual durante algunos días. (PRAAPERÚ, 2013).

d) Fotoperiodo

El cambio de la fase vegetativa a la fase productiva se produce más temprano cuando el período de cultivo coincide con días cortos. De otra parte, en días largos, el maíz florece tardíamente, por lo tanto, el maíz es una planta de días cortos. Sin embargo, los mayores rendimientos se obtienen con 11 o 14 horas de luz por día, o sea, cuando el maíz florece tardíamente. (PRAAPERÚ, 2013).

2.1.5 Manejo del cultivo de maíz

e) Preparación del terreno

Ruíz et al. (s.f) indica que el maíz produce bien en suelos fértiles y profundos, con alto contenido de materia orgánica y con buen drenaje.

Para una buena preparación del terreno, si no se realiza siembra con labranza cero o mínima, se debe realizar las siguientes labores:

- Barbecho o Arada.
- Primera cruza.
- Segunda cruza.

Haciendo estas labores se tendrá: una buena aireación del suelo, menos maleza, menos plaga y una mejor retención del agua de lluvia.

f) Siembra

La primera etapa empieza cuando el grano de maíz se siembra en el suelo húmedo, inmediatamente absorbe el agua a través de la cubierta y el grano comienza a hincharse, iniciándose en su interior los cambios químicos que van a dar lugar a la germinación.

Para el éxito de esta etapa es necesario que se cumplan 3 condiciones fundamentales: haber preparado el terreno en la mejor forma posible, haber sembrado semilla de buena calidad, que el suelo contenga la suficiente humedad (**Valdez, 1991**).

Tapia y Fries (2007) señalan que la siembra de maíz amiláceo se puede hacer a surco corrido, pero más frecuente es al golpe: se colocan tres a cinco semillas por golpe a una profundidad de cinco a ocho cm.

Aunque no se coincida con esta aseveración, en la zona de Apurímac, se coloca de 2 a 3 semillas por golpe.

g) Densidad de siembra

Valdez (1991) al respecto nos dice que la cantidad de plantas que se siembran por hectáreas es muy variable en la región andina, dependiendo de muchos factores, principalmente de la fertilidad natural de los suelos, de las variedades, del sistema de cultivo y objeto del cultivo.

En las zonas de agricultura desarrollada hay un mayor control de la densidad desde la siembra, regulándose al momento del desahije o eliminación de plántulas. Las poblaciones en promedio fluctúan entre 40000 a 60000 plantas por hectárea, pero es posible encontrar en las zonas altas, campos con 90000 plantas por hectárea. En los sistemas de cultivo asociado con maíz, las densidades suelen ser más bajas; encontrándose campos que pueden tener menos de 28000 plantas por hectárea, asociados con cultivos de frejol, haba, quinua, etc.

En forma general, se puede estimar como una plantación con una densidad óptima, aquella que está entre las 55000 y 60000 plantas por hectárea. Por debajo o encima de este límite, las densidades pueden ser consideradas bajas o altas, respectivamente.

Para obtener la densidad óptima de 55555 se puede adoptar cualquiera de las siguientes formas:

- 0.90 m entre surcos o hileras
0.60 m entre golpes o sitios
Sembrar 5 semillas por golpe para dejar 3
Densidad: 55555 plantas.

- 0.90 m entre surcos o hileras
0.20 m entre golpes o sitios
Sembrar 2 a 3 semillas por golpe para dejar 1
Densidad: 55555 plantas
- 0.90 m entre surcos o hileras
0.40 m entre golpes o sitios
Sembrar 3 a 4 semillas por golpe para dejar 2
Densidad: 55555 plantas
- 1.0 m entre surcos o hileras
0.40 m entre golpes (x 2 plantas) = 50000 plantas
0.40 m entre golpes (x 3 plantas) = 75000 plantas
0.80 m entre golpes (x 3 plantas) = 37500 plantas
0.80 entre golpes (x 4 plantas) = 50000 plantas

h) Época de siembra

Tapia y Fries (2007) nos dicen que generalmente el maíz amiláceo se cultiva con riego por ello se establecen los campos en diferentes épocas según la altitud:

- En la zona agroecológica Quechua Baja, entre 1800 a 2500 msnm se puede sembrar todo el año si se dispone de riego; si este es insuficiente, la siembra se efectúa entre agosto y octubre.
- En la zona Quechua Media entre 2500 a 2800 msnm con riego se practica la siembra denominada maway o adelantada; se hace

surcos distanciados entre 80 a 90 cm. En condiciones de secano se posterga, según el inicio de las lluvias a octubre.

- En la zona Quechua Alta, entre los 2800 y 3400 msnm la siembra se centraliza en el mes de octubre, esperando las lluvias.

i) Requerimiento de fertilizantes

De acuerdo a **Injante (2013)** en el cultivo del maíz amiláceo existen, etapas donde se extrae algunos nutrientes en mayor cantidad que otros, de esta manera se observa que la mayor demanda de nutrientes se da entre los 30 y 60 días después de la siembra, siendo el más adecuado para la fertilización de los elementos móviles como el N en los primeros 30 días, al final de los 90 días se ha completado cerca de 88% de sus necesidades de N, 74% de P, 100% de K y el 90% de Mg respectivamente.

Tabla 2. Absorción de nutrientes (%) durante el ciclo vegetativo del maíz.

Nutrientes	PERIODO			
	0 – 30 días	30 – 60 días	60 – 90 días	90 – 120 días
N	2.5	38.5	47.0	12.0
P	1.0	26.5	46.5	26.0
K	4.4	66.0	29.6	- 13.5*
Ca	4.6	49.2	46.2	0
Mg	1.5	46.5	42.0	10.0

Fuente: Injante (2013)

*Pérdida de potasio por lavado de la parte aérea.

j) Nivel de fertilización

El **Ministerio de Agricultura y Riego (2015)**, recomienda la siguiente dosis:

- Nitrógeno (N). (Kg/Ha): 180 – 184
- Fósforo (P). (Kg/Ha): 60 – 80
- Potasio (K). (Kg/Ha): 40 – 60

Por su parte **Valdez (1991)** recomienda realizar dos abonamientos, el primer abonamiento se efectúa al momento de la siembra (1ra etapa) y el segundo generalmente coincide con el aporque, es decir aproximadamente, cuando las plantas tiene entre 50 y 60 cm de altura (3ra etapa).

Cuando se realiza un solo abonamiento, este se realiza al momento del sembrío o bien al aporque.

k) Módulo de riego requerido por el cultivo de maíz

Entre 6000 y 7000 m³ con una frecuencia de 20 – 25 días (**Ministerio de Agricultura y Riego, 2015**).

l) Control de malezas

Injante (2013) señala que el manejo de las malezas como uno de los factores limitantes de la producción implica la selección de uno o varios métodos de control, de la oportunidad y facilidad de su ejecución y de la convivencia económica de su realización.

Los primeros 45 días de vida del maíz, debe de estar libre de malezas, debido a los siguientes factores limitantes:

- a) Compiten por agua (son más rápidos que el maíz en absorber agua, tienen raíces que se profundizan más que del maíz.
- b) Compiten por nutrientes (son más rápidos que el maíz en absorber nutrientes, por ejemplo el Yuyo acumula nitrógeno en sus hojas en altas dosis)
- c) Compiten por espacio en el campo (por ejemplo se puede encontrar en un metro cuadrado solo varias plantas de maíz, pero en esa misma área pueden haber cientos de malezas).
- d) Las raíces de las malezas exudan sustancias alelopáticas, que inhiben el buen crecimiento del maíz.
- e) Son portadoras y hospederas de plagas y enfermedades.

La forma de control de malezas más generalizada según **Valdez (1991)** es el control con herramientas manuales. El control por medios químicos no es desconocido, los agricultores que realizan operaciones de deshierbos tempranos utilizan herramientas manuales, especialmente azadas, zapapicos o machetes. La realización del aporque o “cultivo”, complementa la acción de control de deshierbo anterior, pero en muchos casos es la única labor que permite destruir las malezas. El aporque realizado con yunta o tractor, se complementa en algunos lugares con labores de repase manual, con lampas, azadones o machetes. Se efectúa entre los 60 a 90 días, dependiendo de la variedad.

m) Sanidad

Las principales enfermedades son (**Tapia y Fries, 2007**):

- Pudrición de la raíz (*Pythium* sp. y bacterias).
- Tizón (*Helminthosporium* sp.).
- Roya de la hoja (*Puccinia sorghi*).

n) Plagas

Injante (2013) señala las principales plagas del cultivo de maíz amiláceo:

- Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).
- Barreno de la caña (*Diatraea saccharalis*).

Así mismo **Tapia y Fries (2007)** mencionan que el gusano de la mazorca (*Heliothis zea*) es otra plaga de importancia en el cultivo de maíz.

Manrique (2015) manifiesta que para el control de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y cañero (*Diatraea saccharalis*) se utilizan los siguientes insumos:

Desde el estado de plántula

- Cyperklin 25 (Cogollero): 150 – 250 ml/cilindro 200.
- Lorsban 4 E (Cogollero): 1 a 1.5 L/Ha 30 a 40ml/bomba de 15 L.
- Sevithion 2.5 G (Cogollero y Cañero): 10 Kg/Ha.
- Alsystin 25 PM (Cogollero y Cañero): 0.1 Kg/100 L.
- Lannate 90 PM (Cogollero y Cañero): 0.5 Kg/Ha (15 g/bomba 15 L).

Y para el control de gusanos de la mazorca (*Heliothis zea*):

Aplicando a los estigmas o barbas:

- Ambush: 0.1 L por cilindro de 200 L.
- Aceite vegetal comestible: 3 a 4 L/Ha.

o) Cosecha del maíz

La oportunidad de la cosecha del maíz amiláceo dependerá del tipo de cultivo: para choclo, para grano o para forraje. Se reconoce la madurez del choclo cuando el grano está en un estado lechoso, que ocurre entre 40 a 50 días después de la floración y el periodo de cosecha es muy breve, abarca no más de diez días.

La mayoría de chacras se cultivan para grano. El momento de cosecha se determina cuando las hojas de la planta muestran un amarillamiento y comienza el secado de las hojas inferiores.

Por lo general los campesinos cortan las plantas y dejan que completen su madurez tendidas en el suelo, secándolas por unos 20 días. Luego son amontonadas en filas o arcos, para finalmente efectuar el «despanque», es decir sacar las hojas o pancas, a mano o con clavos. Las mazorcas son llevadas a las qolqas o eras especialmente preparadas para proceder al secado de los granos hasta un 12 a 14 por ciento de humedad y desgranadas a mano; a menudo son conservadas en mazorcas amarradas y colgadas denominándose «guayunga» (**Tapia y Fries, 2007**).

2.2 Spodoptera frugiperda

De acuerdo a **Banda (1981)** este insecto está ubicado taxonómicamente en:

Phylum : Anthropoda

Subphylum : Mandibulata

Clase : Insecta

Sub clase : Pterygota

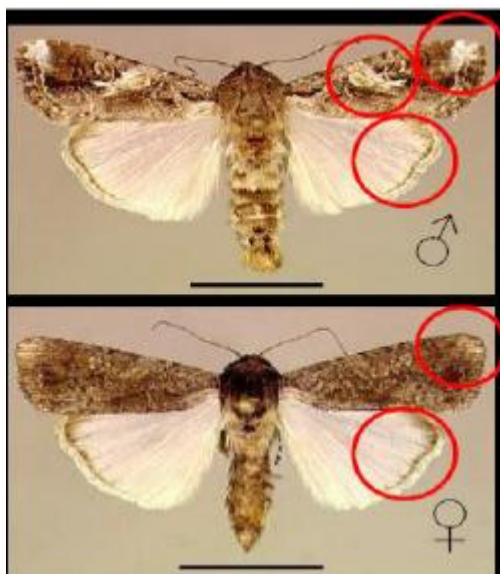
Orden	: Lepidoptera
Sub orden	: Frenatae
Superfamilia	: Noctuoidea
Familia	: Noctuidae
Tribu	: Predeninii
Género	: Spodoptera
Especie	: <i>S. frugiperda</i> (J.E. Smith)

2.2.1 Descripción y biología

El gusano cogollero es considerado como una de las plagas más importantes del maíz en las regiones tropicales y subtropicales de América. En diversas entidades del país se han registrado pérdidas causadas por este insecto que van desde 13 hasta 60 %. Los daños más serios corresponden a las zonas temporales de regiones tropicales y subtropicales. **(Ángulo, 2000).**

Figura n°1

Adulto de *Spodoptera frugiperda*



.Fuente: Núñez (2014). Control Biológico. Perú: INIA – SENASA.

El adulto mide de 32 – 38 mm, las alas delanteras de las hembras son uniformes y de color gris a pardo gris, el macho pardo claro con marcas oscuras y rayas pálidas en el centro del ala, las alas traseras son de color blanco (**Chávez, 1990**). Los adultos presentan hábitos nocturnos y tienen una longevidad que varía de 4 a 8 días, dependiendo de las condiciones ambientales; las hembras durante su vida son capaces de producir hasta 3600 huevecillos para su multiplicación. Sostienen que los huevecillos son puestos en masas y colocados en el envés de las hojas, cubiertas por escamas de la hembra. La incubación varía de 2 a 10 días. Individualmente son de forma globosa, con estrías radiales, de color rosado pálido que se torna gris a medida que se aproxima la eclosión. (**Ángulo, 2000**).

Negrete y Morales (2003) manifiestan que las hembras depositan los huevos corrientemente durante las primeras horas de la noche, y están cubiertas por segregaciones del aparato bucal y escamas de su cuerpo que sirven como protección contra algunos enemigos naturales o factores ambientales adversos.

Ángulo (2000) Menciona que las larvas pasan por 6 ó 7 estadíos o mudas, siendo de mayor importancia para tomar las medidas de control los dos primeros; en el primero estas miden hasta 2-3 milímetros y la cabeza es negra completamente, el segundo mide de 4-10 milímetros y la cabeza es carmelita claro; las larvas pueden alcanzar hasta 35 milímetros en su último estadío. A partir del tercer estadío se introducen en el cogollo, haciendo perforaciones que son apreciados cuando la hoja se abre o desenvuelve.

García y Clavijo (1989) concluyen que la larva dura de 14 – 21 días y pasa por 5 – 6 estadios dependiendo de la temperatura y el tipo de alimento y tiene en la parte frontal de la cabeza una sutura de color claro en forma de “Y” invertida.

2.2.2 DAÑOS

Este insecto inicia su ataque cuando las plantas tienen alrededor de 5 a 6 hojas libres y a medida que progresa la edad de la planta, las poblaciones del insecto también progresan hasta alcanzar el punto de máxima infestación y este se presenta cuando la planta tiene 10 hojas libres. Sin

embargo, el ataque puede llevarse a cabo en cualquier etapa vegetal (Wiseman *et al*, 1977).

Inicialmente las larvas comienzan a alimentarse en el envés de las hojas, se dispersan y se dirigen al cogollo de la planta de maíz; aquí se alimentan de las hojas en crecimiento, las cuales posteriormente muestran perforaciones irregulares (Sparks, 1979; Lagunes *et al.*, 1985).

2.3 *Heliothis zea*

2.3.1 Clasificación taxonómica

Flores, F.; 2010. Realiza un trabajo de separar taxonómicamente del género *Heliothis* al complejo del gusano “elotero” del maíz; *Heliothis zea* (Boddie), *H. armígera* (Hubner), *H. obsoleta* (Fabricius) y *H. gelotopon* (Dyar), y los incluye en el género *Helicoverpa*.

Todd (1978) presenta una lista de 154 especies incluidas dentro del género *Heliothis* Ochsenheimer (Lepidoptera: Noctuidae) y *Helicoverpa* Hardwick es tratado por este autor como un sinónimo de *Heliothis*.

2.3.2 Morfología y biología

Los adultos son mariposas de tamaño mediano, grueso de 25 a 42 mm de expansión alar. Las alas anteriores son de color café claro ferrugíneo, con ligeros tintes amarillos verdosos.

Sobre el ala se distingue una mancha negra pequeña, ubicada en la parte superior del área postmediana y una banda gris que ocupa el área subapical y submarginal externa a lo largo de la cual ordenados en hilera, se observan ocho puntos negros diminutos. Las alas posteriores son de

color amarillo con una banda parda en el extremo, carecen de mancha distal o es muy difusa. El tórax y el abdomen están cubiertos de pelos del mismo color que el primer par de alas.

Las hembras viven alrededor de doce días, tiempo en el cual puede oviponer un promedio de 900 a 1000 huevos.

Los huevos son típicos de Noctuidos; recién ovipuestos son de color blanco ceroso, esféricos y con estrías longitudinales, desde la base al ápice. A medida que se desarrolla el embrión adquiere un color amarillo cremoso y antes de eclosionar, el huevo presenta un anillo rojo (**Ecured, s.f.**).

Las hembras adultas depositan sus huevos en las barbas de las mazorcas (8 días). Después de un corto tiempo los huevecillos dan lugar a pequeñas larvas de color verde amarillento con la cabeza de color negro, que se desplaza hacia la punta de la mazorca alimentándose de las barbas (**García, 2013**).

Las larvas se distinguen de otros géneros, como las de Spodoptera, por su fila de espinas o setas en el dorso y por tener numerosas setas mucho más pequeñas que le cubren el tegumento. Su color es desde verde o amarillo hasta rojo, marrón o negro (**CATIE, 1990**).

Las larvas jóvenes no son caníbales y se pueden alimentar juntas inicialmente. Sin embargo a medida que se desarrollan se vuelven agresivas, y matan y devoran a otras larvas. Por ello sólo se encuentran pocas larvas en la mazorca a la cosecha (**Artigas, 1994; Capinera, 2001**).

Rogg (2001) indica que la larva tiene 5 pares de falsas patas y llega a alcanzar gran desarrollo con una longitud de 35 a 40 mm, de color variable, amarillento a verdoso y a veces negruzco con la cabeza parda.

Castro (1971) afirma que el ciclo vital consta de 47 días, distribuidas de la siguiente forma:

- Estado de huevo: 3 a 5 días.
- Estado de larvas: 15 días, aquí se marcan 6 estados larvarios.
- Estado de pupa: 15 días
- Adulto: 12 días.

La fase ideal para eliminar el insecto es en su estado huevo, primer instar y segundo instar.

Ecured (s.f) manifiesta que la pupa es obtecta, de color rojizo y luego marrón oscuro, se puede encontrar en el suelo enterrada entre 5 a 8 cm de profundidad.

2.3.3 Daños

Las hembras ponen un huevo en los estambres del maíz, los que eclosionan en tres o cuatro días, las larvas recién nacidas se alimentan en el canal del estambre hasta que llegan al extremo de la mazorca **(FAO)**.

El daño según **Ecured (s.f)** es ocasionado por la larva que se alimenta de los granos de la mazorca. Al inicio, la larva consume los granos lechosos de la punta de la mazorca, luego conforme va madurando, el grano es consumido en su estado pastoso. La larva abandona la mazorca ya sea

cuando ha cumplido su ciclo larval, o cuando los granos endurecen, a tal punto que ya no son de su agrado.

A la cosecha, los granos se observan comidos, completa o parcialmente a través de las hileras de la mazorca. Cuando la larva se desarrolla completamente dentro de la mazorca, el daño por su consumo puede llegar hasta la base de la misma.

Adicionalmente al consumo directo de la larva, se producen otros efectos negativos, cuyo daño, es a veces, mucho más severo que el propio consumo del insecto. Estos son los siguientes:

La acumulación de los excrementos del insecto, que provoca la proliferación de microorganismos que fácilmente producen la pudrición de la mazorca. Este hecho se agrava cuando ocurren lluvias durante la fase de maduración del grano.

- Al entrar la larva a la mazorca, facilita la entrada de otros insectos, como *Euxesta* sp. y *Pagiocerus frontalis* Fabr. ó “gorgojo” (llamado erróneamente “polilla”), que ocasionan severos daños al grano.
- Asimismo, al entrar la larva a la mazorca, deja un orificio fácilmente penetrable por el agua de lluvia. En tal condición, la mazorca se convierte en una especie de cámara de multiplicación de los microorganismos que producen su pudrición (hongos de los géneros *Fusarium*, *Gibberella*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Physalospora*, *Nigrospora*).

2.4 *Bacillus thuringiensis*

Es una bacteria del suelo Gram positiva, aeróbica y esporulada, con flagelos peritricos, que produce inclusiones cristalinas de naturaleza proteica durante la fase de esporulación. De acuerdo a sus características bioquímicas *Bacillus thuringiensis* es idéntico a *Bacillus cereus*, con la diferencia que aquel produce cristal (**Lecadet et al., 1994**).

Durante su ciclo de vida presenta dos fases principales: crecimiento vegetativo, donde las bacterias se duplican por bipartición, y esporulación, un tipo de diferenciación de bacteria a spora. *Bacillus thuringiensis* es considerada una bacteria ubicua, osea que se ha aislado de todas las partes del mundo y de diversos sistemas, como suelo, agua, hojas de plantas, insectos muertos, telarañas, entre otras (**Tomasino et al., 1995**).

Bacillus thuringiensis se caracteriza por producir una gran variedad de toxinas con diversas propiedades. Siete de ellas están descritas: La fosfolipasa C (conocida como α – exotoxina); una toxina termoestable (β – exotoxina); una enzima no identificada que puede ser no tóxica (γ – exotoxina); el cristal proteico paraesporal (δ – endotoxina) que es el que posee actividad tóxica contra larvas de varios ordenes de insectos y algunos otros organismos, tales como nematodos y protozoarios; una toxina lábil; una toxina soluble en agua aislada de una formulación comercial y una exotoxina conocida como factor ratón (**Faust et al., 1982**).

2.4.1 Clasificación y taxonomía

Reino : Eubacteria

Filo : Firmicutes

Clase : Bacilli

Orden : Bacillales

Familia : Bacillaceae

Género : *Bacillus*

Especie : *thuringiensis*

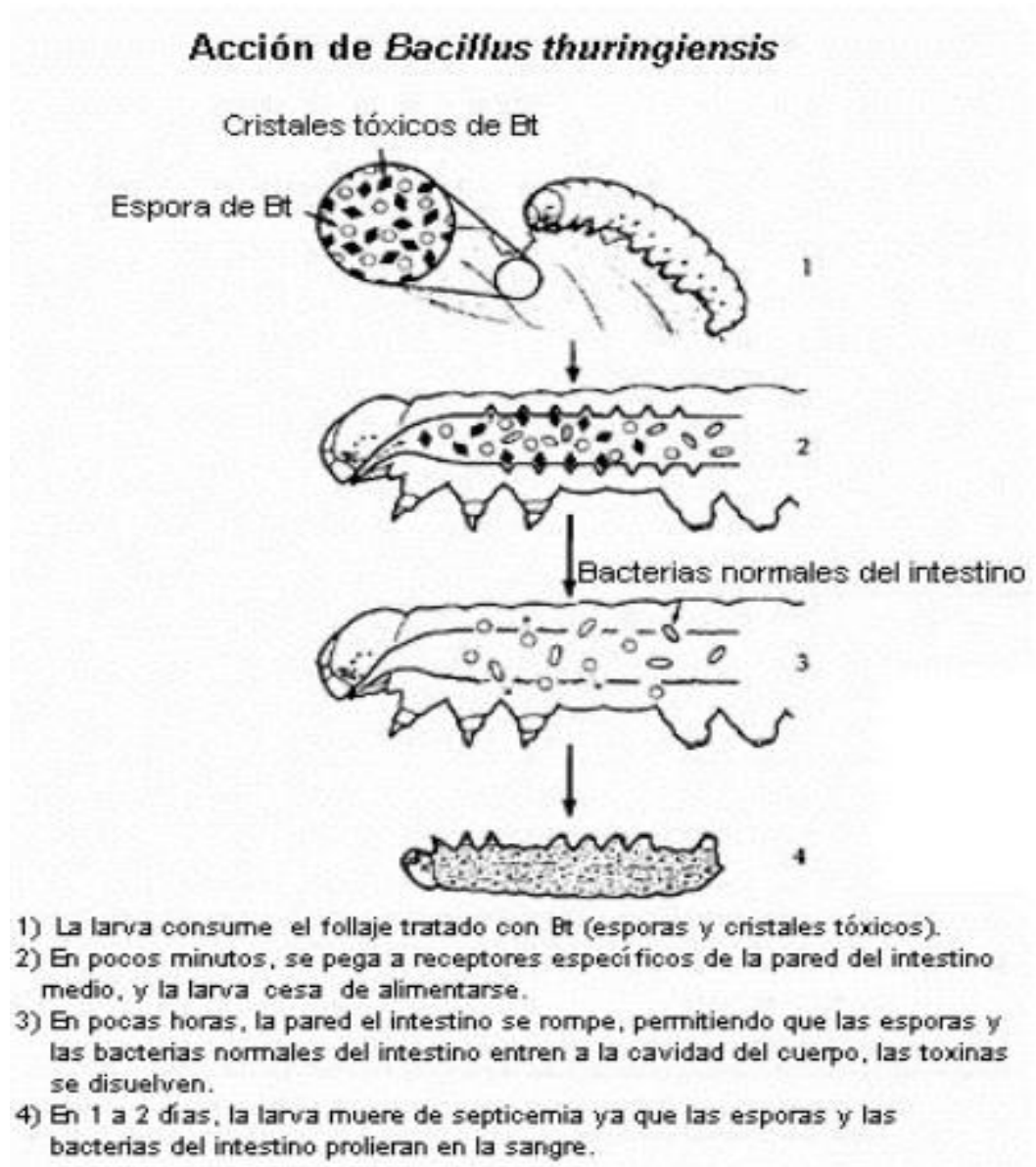
B. thuringiensis pertenece a la familia *Bacillaceae* y se ubica dentro del grupo 1 del género *Bacillus*; forma parte del grupo de *Bacillus cereus*, el que incluye a *B. anthracis*, *B. cereus*, *B. mycoides*, así como también a los más recientemente descritos *B. pseudomycoides* (Nakamura, 1998) y *B. weihenstephanensis* (Lechner et al., 1998).

2.4.2 Mecanismos de acción

Las larvas infectadas por *Bacillus thuringiensis* llegan a ser inactivas, cesan de alimentarse, y pueden regurgitar o tener excrementos acuosos. La capsula encefálica puede parecer más grande que el tamaño del cuerpo. La larva llega a ser flácida y muere, generalmente en días o en una semana. El contenido del cuerpo se torna marrón oscuro cuando se descompone (Gomez, 2014).

Figura n° 2.

Mecanismo de acción de *Bacillus thuringiensis*.



Fuente: Gómez (2014). Control Biológico. Perú: INIA – SENASA.

2.5 *Beauveria bassiana*

Beauveria bassiana es un hongo entomopatógeno que se encuentra naturalmente en algunas plantas y en el suelo, es utilizado como bioinsecticida en algunos países. Las epizootias son favorecidas por climas templados y húmedos. Las larvas infectadas se tornan de color blanco o gris. Tiene una lista extensa de hospederos que incluye a moscas blancas y áfidos (Homoptera), saltamontes (Orthoptera), escarabajos (Coleóptera), chinches (Hemiptera), hormigas (Hymenoptera) y mariposas (Lepidopteras). Incluso se lo ha encontrado infectando los pulmones de roedores silvestres y en los orificios nasales del ser humano. Desafortunadamente, enemigos naturales como las mariquitas predatoras también son susceptibles (**Bolaños, 2001**).

2.5.1 Clasificación taxonómica

Kuno et al. (1982) indican la siguiente clasificación taxonómica:

Division	: Mycota
Subdivisión	: Eumycotina
Clase	: Deuteromycetes
Orden	: Hyphomycetes
Género	: <i>Beauveria</i>
Especie	: <i>bassiana</i>

2.5.2 Mecanismo de acción

Gómez (2014) señala que no es fácil determinar con precisión los mecanismos que intervienen en las interacciones entre los hongos entomopatógenos y los insectos. En general la mayoría de los hongos de

insectos infectan al hospedante a través de la cutícula. El contacto entre la unidad infectiva del entomopatógeno y el insecto es indispensable para el inicio del proceso infeccioso.

Las etapas en el desarrollo de la micosis son:

a) Adhesión de la conidia a la cutícula del insecto

Es el contacto de la unidad infectiva del hongo o conidia con la superficie del insecto. Las responsables de esta unión son las características físicas y químicas de las superficies tanto de la conidia como de la superficie del insecto. En este proceso participan algunas glicoproteínas que sirven como un receptor específico para las conidias. Las zonas de adhesión, son las regiones intersegmentales o zonas blandas.

b) Germinación de las conidias

Es el proceso mediante el cual, la conidia o espora sobre el integumento del insecto, germina emitiendo un tubo germinativo, formando luego un apresorio con el cual se fija en la cutícula. El tubo germinativo puede ser largo o corto y en algunos casos no llega a formarse. El tiempo de germinación dependiendo de la cepa es de 12 a 20 horas.

c) Penetración del integumento

La penetración de la cutícula del insecto, ocurre como resultado de la degradación enzimática de la cutícula y la presión mecánica ejercida por el tubo germinativo. En este proceso participa un mecanismo físico

y otro químico, el primero consiste en la presión ejercida por la estructura de penetración, la cual rompe las áreas esclerotizadas y membranosas de la cutícula. El mecanismo químico consiste en la acción enzimática, principalmente proteasas, lipasa y quitinasas, las cuales degradan el tejido de la zona de penetración, lo que facilita la penetración física. El tiempo de penetración es de 8 a 12 horas.

d) Multiplicación del hongo en el hemocoele

Una vez que el hongo llega al hemocoele, la hifa se ensancha y ramifica dentro del tejido del insecto, en forma de levaduras o desarrollo por gemación, produciendo formas miceliales libres y unicelulares llamados blastosporas.

e) Producción de toxinas

Los hongos producen toxinas que matan al insecto, aunque algunos hongos aparentemente no poseen toxinas y matan al insecto al consumir todos sus nutrientes. Las toxinas son sustancias de baja toxicidad para mamíferos pero muy tóxicos para artrópodos, causando la muerte del insecto debido a sus propiedades insecticidas, produciendo la degeneración de los tejidos producto de la pérdida de integridad estructural de las membranas seguido de la deshidratación de las células por pérdida de fluido, además actúan como inhibidores de las reacciones de defensa del insecto. Las toxinas producidas pueden ser enzimas, las cuales son secretadas en cantidades significativas tanto en el cuerpo del insecto como en medios de cultivo

(lipasas, glicogenasas, amilasas y quitinasas), o metabolitos secundarios, cuya producción es una propiedad genética de los hongos, pudiendo ser afectada por diferentes factores como nutrientes, pH, temperatura, etc.

f) Muerte del insecto

La muerte del insecto infectado, ocurre generalmente antes de que el hongo colonice totalmente el hemocoele del insecto, debido en gran parte a la acción de las toxinas. Con la muerte del insecto finaliza la fase parasítica y se inicia la fase saprofítica. El tiempo de la muerte depende de la cepa del hongo, del hospedante y de las condiciones ambientales.

g) Colonización

Una vez muerto el insecto, el micelio invade todo los órganos y tejidos. Después de la colonización, en la mayoría de los casos los hongos producen sustancias antibacteriales que impiden la descomposición del insecto manteniéndolo como una momia, también puede presentarse el cambio de color en el cadáver del insecto. El tiempo que dura la colonización es de 3 a 8 días, dependiendo de la cepa del hongo.

Después de muerto el insecto, si las condiciones de humedad relativa ambiental son favorables, ($\geq 90\%$) el hongo emerge al exterior a través de la cutícula principalmente a través de las zonas menos esclerosadas, y esporulan sobre el cadáver produciendo inóculo para

infectar a otros insectos. Si las condiciones externas no son favorables, el hongo permanece en el interior del insecto, protegido por el integumento, donde puede sobrevivir por algunos meses, hasta que lleguen las condiciones favorables para su esporulación.

h) Esporulación

Cuando las hifas emergen al exterior y si las condiciones de humedad relativa son favorables, ocurre la producción de conidios o esporas en un periodo de 24 a 48 horas. En esta fase el insecto muerto adquiere la coloración característica del hongo involucrado.

i) Diseminación

Las conidias o esporas del hongo que son las unidades infectivas se diseminan por medio del viento, lluvia, animales, hombre, buscando nuevos hospedantes para iniciar el proceso de infección. La dispersión puede ser un proceso activo o pasivo, dependiendo de las características de la conidia y del esporangio.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA E HIDROGRÁFICA

3.1.1 Ubicación geográfica

La conducción del experimento se realizó en el sector de Maucalle ubicado a una altura de 2621 metros respecto al nivel del mar, dentro del ámbito distrital de Tamburco, cuyas coordenadas geográficas son las siguientes:

Latitud Sur: 13°37'06.43"

Longitud Oeste: 72°52'50.36"

3.1.2 Ubicación hidrográfica

La zona de estudio está ubicada en la Intercuenca Alto Apurímac.

3.1.3 Característica edafoclimática

El suelo presenta una textura franco arcillo arenoso, mientras que el agua de la zona tiene una característica apta para labores agrícolas (ver anexos).

El clima predominante en el distrito de Tamburco es templado con características veraniegas presentando una temperatura en promedio de 18° C. Se nota una variación paulatina del clima a medida que se asciende hacia el norte, apreciándose climas semi templados en la zona Quechua con altitudes de 2300 a 3600 msnm y temperaturas medias que varían entre 11° y 16° C. Entre las zonas de 4000 a 4800 msnm se aprecian climas fríos típicos de Puna con temperaturas medias que varían de cero

a 10 °C. Por último se distinguen climas muy fríos con presencia de nevadas y temperaturas bajo 0° C entre altitudes de 5100 msnm.

La estacionalidad climática es de acuerdo a las siguientes características: en los meses de abril a setiembre llegan permanentemente los rayos solares indicando la ausencia de lluvias, pero entre los meses de junio a setiembre se presentan características de clima frígido (presencia de heladas) debido a la temperatura baja. A partir de setiembre a diciembre se da inicio a las primeras lluvias moderando la temperatura y mejorando el reverdecimiento de las plantas en las Áreas pajonales y bosques, además este último se cubre de neblinas bajas predominando una temperatura promedio de 14°C. Entre los meses de enero y marzo se produce la mayor precipitación pluvial

3.2. MATERIALES

3.2.1 Materiales Biológicos

Durante la ejecución del experimento se empleó los siguientes materiales biológicos:

1. Semillas de maíz variedad Blanco Urubamba raza Cusco Gigante
2. *Bacillus thuringiensis*
3. *Beauveria bassiana*

3.2.2 Materiales de Campo

1. Wincha.
2. Lampas.
3. Cámara fotográfica.
4. Cordel.
5. Sacos y yute.
6. Yeso.
7. Letreros de madera.
8. Cuaderno de campo.
9. Mochila de aspersión.

3.2.3 Maquinaria agrícola

1. Tractor agrícola.

3.2.4 Materiales de Gabinete

1. Computadora de escritorio con procesador Intel 5.
2. Software Microsoft Office 2013.
3. Software estadístico: Statgraphics Centurion XVI.I
4. Útiles de escritorio.

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1 Diseño experimental

Para la ejecución de la investigación se utilizó como herramienta estadística el diseño experimental **Bloques Completamente Aleatorizados (DBCA)** con tres tratamientos en estudio y cuatro repeticiones, haciendo un total de 12 unidades experimentales.

3.3.2 Características de la unidad experimental

El área que comprende cada unidad experimental tiene 32.5 m² (6.5 m de largo por 5 m de ancho).

El distanciamiento de siembra es la siguiente: 0.9 m entre surcos y 0.45 entre plantas.

3.3.3 Descripción de los tratamientos

Tratamiento A: *Bacillus thuringiensis* (20 g/litro de agua)

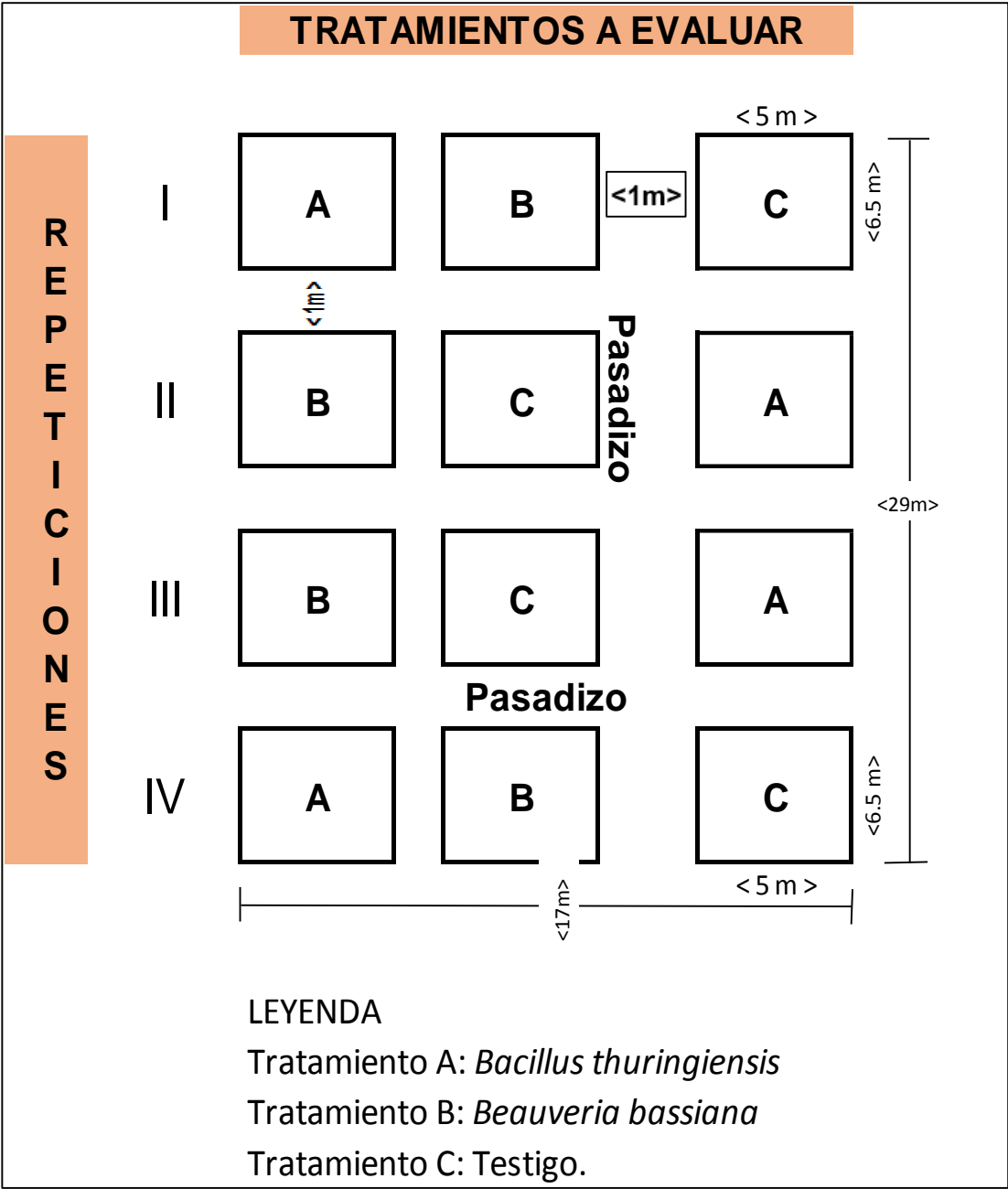
Tratamiento B: *Beauveria bassiana* (20 g/litro de agua)

Tratamiento C: Testigo.

3.3.3.1 Área experimental

Figura n° 3:

Croquis del diseño experimental



3.3.4 Variables

3.3.4.1 Variable dependiente

Plagas de cogollero y mazorquero en el cultivo de maíz.

3.3.4.2 Variable independiente

1. *Bacillus thuringiensis*.
2. *Beauveria bassiana*.

3.3.5 Labores agronómicas

- **Preparación del terreno**

Inicialmente la limpieza del terreno agrícola (traslado de piedras y malezas existentes en la parcela) se realizó el día 05 de enero del 2016, al día siguiente la remoción del terreno agrícola con tractor agrícola.

El día 07 y 08 de enero del 2016 se realizó el desmenuzado de terrones y nivelación del terreno. Y finalmente el surcado de la parcela experimental el día 09 de enero del presente año.

- **Siembra**

La siembra, se llevó a cabo el día 10 de enero del 2016 con la finalidad de brindar las condiciones adecuadas de germinación a las semillas de maíz.

- **Control de malezas**

El control tuvo lugar a lo largo del desarrollo fenológico del maíz, para ello se realizó de manera manual. La finalidad de realizar el control

oportuno de malezas es eliminar la competencia de luz, agua y nutrientes.

- **Riego**

A pesar de estar dentro de un periodo donde la presencia de lluvias es típico, se tuvo que recurrir a los riegos por gravedad por intervalos de 7 días debido a la sequía que se presentó durante los meses de enero y febrero.

- **Control fitosanitario**

En todo el ciclo vegetativo del cultivo, la presencia de cogollero se presentó durante el estadio V4 y V6 del cultivo de maíz mientras que el mazorquero en R3 (grano lechoso), siendo en estas etapas donde se realizó la aplicación de los tratamientos.

Para que los entomopatógenos se activen y puedan cumplir una acción efectiva, se dejó en suspensión 0.5 kg de *Bacillus thuringiensis* y 0.5 kg de *Beauveria bassiana* en 10 litros de agua por espacio de 2 días, posteriormente se inició la aplicación de acuerdo a las dosis establecidas para la investigación, que fue 20 g/litro de agua.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. PORCENTAJE DE MORTALIDAD EN LA POBLACIÓN DE COGOLLERO Y MAZORQUERO POR LA APLICACIÓN DE *Bacillus thuringiensis* y *Beauveria bassiana*

4.1.1. Porcentaje de mortalidad en poblaciones de Cogollero

La evaluación tuvo lugar transcurrido los 28 días después de la siembra, en esta primera etapa se identificó larvas neonatas de cogollero presentes en las hojas del maíz. Fue en ese momento que se dio inicio a la primera aplicación de los tratamientos bajo estudio. En la tabla 3 se observa el número de larvas evaluadas, antes y después de la aplicación de los tratamientos.

Tabla 3.

Evaluación PROMEDIO de larvas de Cogollero en la primera evaluación.

BLOQUES	<i>Bacillus thuringiensis</i>			<i>Beauveria bassiana</i>			Testigo		
	Número de larvas antes de la aplicación	Número de larvas muertas después de la aplicación	Número de larvas en la planta	Número de larvas antes de la aplicación	Número de larvas muertas después de la aplicación	Número de larvas en la planta	Número de larvas antes de la aplicación	Número de larvas muertas	Número de larvas vivas
I	27	16	11	25	13	12	28	3	25
II	29	8	21	28	9	19	32	4	28
III	25	11	14	28	10	18	31	3	28
IV	32	13	19	28	10	18	25	4	21

Para calcular el porcentaje de mortalidad en larvas de cogollero producto de los tratamientos, se procedió de la siguiente manera:

- Para el primer bloque en el tratamiento *Bacillus thuringiensis*:

$$\% \text{ Eficiencia} = 1 - \left[\frac{\text{Infestación testigo antes de aplicar trat.}}{\text{Infestación en parcela antes de empezar trat.}} * \frac{\text{Infesta. En parcela tratada después de aplicar trat.}}{\text{Infestación en parcela testigo después de aplicar trat.}} \right] * 100$$

Reemplazando valores tenemos:

$$\text{Porcentaje de eficiencia} = \left[1 - \frac{28}{25} * \frac{11}{27} \right] * 100 = 54.37\%$$

- En el segundo bloque para el mismo tratamiento, la forma de cálculo es análogo al primer bloque, siendo su valor de 17.24%.
- Para los demás tratamientos, se procede de la misma manera.

Después de haber hallado los porcentajes de eficiencia, se clasificaron en una matriz (Tabla 4) con sus valores promedios.

Tabla 4.

Clasificación de los Porcentajes PROMEDIO de eficiencia en la primera evaluación.

BLOQUES	<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>Beauveria bassiana</i>	Testigo
I	54.37	46.24	0.00
II	17.24	22.45	0.00
III	38.00	28.83	0.00
IV	29.32	23.47	0.00

Y finalmente se recurrió al Análisis de Varianza, de los cuales podemos mencionar que, entre los tratamientos evaluados efectivamente existen diferencias significativas, nótese el valor de la razón F es

mayor que los valores Ftab al 5% y 1% (ver tabla 5), por lo que podemos afirmar que la variación de la población de plagas del cogollero se debe principalmente a los tipos de control realizados.

Tabla 5.

ANVA para PORCENTAJE DE MORTALIDAD TRATAMIENTOS.

Fuente de Variación	GL	SC Ajust.	CM Ajust.	F	P	Ftab 5%	Ftab 1%	Sig. 5%	Sig. 1%
BLOQUES	3	687.03	229.01	3.36	0.096				
TRATAMIENTOS	2	2855.16	1427.58	20.94	0.002	5.143	10.92	*	*
Error	6	409.06	68.18						
Total	11								

Coefficiente de Variación (CV) 23.12

Fuente: Elaboración propia.

Al comprobar la significancia de los tratamientos, mediante el ANVA, se recurrió a la prueba Tukey con el fin de averiguar cuál de los tratamientos en estudio resultó más significativo.

Tabla 6.

Pruebas de Tukey para PORCENTAJE DE MORTALIDAD 1 por TRATAMIENTOS.

Agrupar Información utilizando el método de Tukey.

TRATAMIENTOS	N	MEDIA	AGRUPACIÓN
<u>Bacillus thuringiensis</u>	4	43.73	A
<u>Beauveria bassiana</u>	4	30.25	A
Testito	4	0.00	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Fuente: Elaboración propia.

Del resultado de la tabla 6, se han identificado 2 grupos homogéneos según la alineación de las letras en columnas. No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de letras. Así mismo se observa que los rangos de mortalidad están entre 30,25% y 34.73%; el tratamiento que alcanzó el mayor porcentaje de mortalidad en la población larval de cogollero fue *Bacillus thuringiensis* con 34.73%, sin embargo con el tratamiento *Beauveria bassiana* no mostró diferencias significativa entre sí, pero en comparación al testigo fueron superiores.

Transcurrido 14 días después de la primera aplicación, se procedió a realizar una vez más el control contra el cogollero en su estado larval L4. Del mismo modo que la evaluación anterior, se procedió a evaluar el daño de estas plagas sobre el cultivo de maíz; encontrándose en promedio las siguientes cantidades de larvas en el cultivo de maíz tal como se detalla en la tabla 7.

Tabla 7.
Evaluación PROMEDIO de larvas de Cogollero en la segunda evaluación

BLOQUES	<i>Bacillus thuringiensis</i>			<i>Beauveria bassiana</i>			Testigo		
	Número de larvas antes de la aplicación	Número de larvas muertas después de la aplicación	Número de larvas en la planta	Número de larvas antes de la aplicación	Número de larvas muertas después de la aplicación	Número de larvas en la planta	Número de larvas antes de la aplicación	Número de larvas muertas	Número de larvas vivas
I	5	4	1	6	3	3	6	1	5
II	6	4	2	4	3	1	7	1	6
III	5	4	1	5	3	2	6	2	4
IV	6	4	2	6	3	3	7	2	5

Los cálculos para realizar el porcentaje de eficiencia son análoga a lo realizado en la primera evaluación. En la tabla 8 se muestran sus promedios de eficiencia.

Del resumen de la tabla 8, se procedió al Análisis de Varianza, en la tabla 9 se muestran los resultados y se puede afirmar que existen diferencias significativas puesto que el valor de la prueba -F es mayor

Tabla 8.

Clasificación de los Porcentajes PROMEDIO de eficiencia en la segunda evaluación.

BLOQUES	<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>Beauveria bassiana</i>	Testigo
I	76.00	40.00	0.00
II	61.11	70.83	0.00
III	70.00	40.00	0.00
IV	53.33	30.00	0.00

que los valores Ftab al 5% y 1%, con un nivel del 95.0% y 99.0% de confianza.

Tabla 9.

ANVA para PORCENTAJE DE MORTALIDAD TRATAMIENTOS.

Fuente de Variación	GL	SC Ajust.	CM Ajust.	F	P	Ftab 5%	Ftab 1%	Sig. 5%	Sig. 1%
BLOQUES	3	409.4	136.5	0.99	0.46				
TRATAMIENTOS	2	8905.5	4452.8	32.19	0.001	5.143	10.92	*	*
Error	6	829.9	138.3						
Total	11								

Coefficiente de Variación (CV) 21.98

Fuente: Elaboración propia.

Al concluirse que existen diferencias significativas entre tratamientos, se procedió a determinar cuál o cuáles de los tratamientos resultaron significativamente superiores.

De la tabla 10, se observan rangos de porcentaje de mortalidad entre 45,21% y 65.11%, siendo el *Bacillus thuringiensis* el tratamiento con mayor valor en el porcentaje de mortalidad en larvas de cogollero frente al resto (con 65.11%), no obstante, estadísticamente no presentan diferencias significativas con el tratamiento *Beauveria bassiana*, pero si resultan superiores frente al testigo.

Tabla 10.

Prueba de Tukey para PORCENTAJE DE MORTALIDAD COGOLLERO TRATAMIENTOS.

Agrupar Información utilizando el método de Tukey.

TRATAMIENTOS	N	MEDIA	AGRUPACIÓN
<u><i>Bacillus thuringiensis</i></u>	4	65.11	A
<u><i>Beauveria bassiana</i></u>	4	45.21	A
Testito	4	0.00	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Porcentaje de mortalidad en poblaciones de mazorquero

Esta etapa de evaluación se realizó cuando la planta de maíz estaba en R3, es decir, 80 días después de la siembra cuando se da formación a los granos.

Con el fin de validar el porcentaje de mortalidad de los tratamientos restantes en estudio sobre poblaciones larvales de mazorquero, en primer lugar se contabilizo la cantidad de larvas vivas y muertas una

vez iniciado los tratamientos seguidamente se calculó de manera análoga a los demás cálculos de porcentaje de eficiencia en las anteriores evaluaciones y se clasifico en una matriz los promedios de estas eficiencias tal como se muestra en la tabla 12, posteriormente se recurrió al Análisis de Varianza con el propósito de determinar el tratamiento que tuvo mayor implicancia en la lucha contra el mazorquero.

Tabla 11.

Evaluación PROMEDIO de larvas de Cogollero

BLOQUES	<i>Bacillus thuringiensis</i>			<i>Beauveria bassiana</i>			<i>Testigo</i>		
	Número de larvas antes de la aplicación	Número de larvas muertas después de la aplicación	Número de larvas en la planta	Número de larvas antes de la aplicación	Número de larvas muertas después de la aplicación	Número de larvas en la planta	Número de larvas antes de la aplicación	Número de larvas muertas	Número de larvas vivas
I	3	1	2	4	1	3	7	0	7
II	4	4	0	5	2	3	4	0	4
III	5	4	1	3	2	1	5	0	5
IV	5	3	2	3	2	1	6	0	6

Tabla 12

Clasificación de los Porcentajes PROMEDIO de eficiencia en la evaluación de Mazorquero.

BLOQUES	<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>Beauveria bassiana</i>	Testigo
I	33.33	25.00	0.00
II	100.00	40.00	0.00
III	80.00	66.67	0.00
IV	60.00	33.33	0.00

De la tabla 13, se evidencia que los tratamientos difieren entre sí,

puesto que el valor de la prueba-F es mayor que los valores F_{tab} al 5% y 1%, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de PORCENTAJE MORTALIDAD MAZORQUERO entre un nivel de TRATAMIENTO y otro, con un nivel del 95.0% y 99.0% de confianza

Tabla 13.

ANVA para PORCENTAJE MORTALIDAD MAZORQUERO TRATAMIENTOS.

Fuente de Variación	GL	SC Ajust.	CM Ajust.	F	P	F_{tab} 5%	F_{tab} 1%	Sig. 5%	Sig. 1%
BLOQUES	3	1730.6	576.9	2.06	0.207				
TRATAMIENTOS	2	9472.5	4736.2	16.94	0.003	5.143	10.92	*	*
Error	6	1677.5	279.6						
Total	11								

Coefficiente de Variación (CV) 29.77

Fuente: Elaboración propia.

Lo que indica que la dinámica poblacional de larvas de mazorquero presentes en el maíz se deba a las aplicaciones de los entomopatógenos *Bacillus thuringiensis* y *Beauveria bassiana*.

Con el fin de determinar la superioridad entre los tratamientos estudiados se recurrió a la prueba Tukey.

Del resumen de la tabla 14, podemos observar que los rangos del porcentaje de mortalidad están entre 41.25% y 68.33%, siendo el *Bacillus thuringiensis* el tratamiento con mayores resultados de mortalidad de larvas de mazorquero. Mientras que los demás

tratamientos no mostraron diferencias estadísticas entre sí.

Tabla 14.

Pruebas de Múltiple Rangos para PORCENTAJE MORTALIDAD MAZORQUERO TRATAMIENTOS.

Agrupar Información utilizando el método de Tukey.

TRATAMIENTOS	N	MEDIA	AGRUPACIÓN
<i>Bacillus thuringiensis</i>	4	68.33	A
<i>Beauveria bassiana</i>	4	41.25	A
Testito	4	0.00	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Fuente: Elaboración propia.

No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de letras. Sin embargo, el tratamiento con mayor efectividad en el control del mazorquero con 68.33% de mortalidad, fue *Bacillus thuringiensis* no obstante estadísticamente con el tratamiento *Beauveria bassiana* no muestran diferencias estadísticamente entre sí.

4.2. RESULTADOS DEL RENDIMIENTO

La etapa final de la evaluación aconteció a los 150 días después de la siembra, se observó en la mazorca orificios producto de la infestación de mazorquero sin embargo los daños por esta plaga no fueron tan relevantes. Primero se contabilizo el rendimiento promedio obtenido en cada unidad experimental (ver tabla 15) y posteriormente se realizó un Análisis de Varianza con el propósito de determinar cuál de los tratamientos evaluados influenciaron de manera positiva en el control de larvas de cogollero y mazorquero del maíz a lo largo de todo su ciclo fenológico.

Tabla 15.

Rendimiento PROMEDIO obtenido por la aplicación de los tratamientos.

BLOQUES	<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>Beauveria bassiana</i>	Testigo
I	4.19	3.89	3.00
II	3.55	3.38	3.53
III	4.40	4.20	2.83
IV	3.95	3.73	3.36

*Datos evaluados en kilogramos

Tabla 16.

ANOVA para RENDIMIENTO por TRATAMIENTOS.

Fuente de Variación	GL	SC Ajust.	CM Ajust.	F	P	Ftab 5%	Ftab 1%	Sig. 5%	Sig. 1%
BLOQUES	3	0.1615	0.0538	0.36	0.784				
TRATAMIENTOS	2	1.5250	0.7625	5.10	0.051	5.143	10.92	N.S	N.S
Error	6	0.8968	0.1495						
Total	11								

Coefficiente de Variación (CV) 10.54

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 16 no se observa diferencias entre los tratamientos, puesto que el valor de la prueba-F es menor que los valores Ftab al 5% y 1%, por tanto no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de RENDIMIENTO entre un nivel de TRATAMIENTO y otro, con un nivel del 95.0% y 99.0% de confianza.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Con la aplicación de *Bacillus thuringiensis* se alcanzó un porcentaje de mortalidad en las unidades experimentales del 65.11% en el control biológico de larvas de cogollero y para el caso de larvas de mazorquero se obtuvo una eficiencia de mortalidad del 68.33%.
- El porcentaje de mortalidad alcanzado en el control biológico de larvas de cogollero por la aplicación de *Beauveria bassiana* fue del 45.21%. y para el caso del mazorquero se obtuvo una eficiencia del 41.25%.
- El rendimiento en el cultivo de maíz, proyectado en una hectárea, por la aplicación de *Bacillus thuringiensis* fue de 1236.92 kg mientras que el tratamiento *Beauveria bassiana* permitió alcanzar 1169.23 kg.

5.2 RECOMENDACIONES

- Promover el uso de *Bacillus thuringiensis* y *Beauveria Bassiana* como alternativa de control en plagas de maíz por lo que los resultados son alentadores en la efectividad en el control de plagas de cogollero y mazorquero.
- Proseguir con ensayos utilizando controladores biológicos a fin de consolidar efectos del control de larvas de cogollero y mazorquero, teniendo en consideración pisos ecológicos y épocas de siembra.

BIBLIOGRAFÍA

- **Angulo**, Predicción y estudio fenológico para el maíz y gusano cogollero, consultando información, México **2000**
- **Anderson, E.** What is Zea mays? A report of progress. Chron. Bot., 9: 88 – 92. **1945.**
- **Artigas, A.** Entomología económica. Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario. Volumen II. Chile: Universidad de Concepción **1994.**
- **Banda T., J. F.** Importancia económica de Heliothis zea (Boddie) y determinación del umbral económico, distribución matemática y muestreo secuencial de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) en maíz criollo. Tesis para optar el grado académico de Doctor. Monterrey: ITESM. **1981.**
- **Bolaños T., J. F.** Biological Control: A guide to Natural Enemies in North America. Universidad de Cornell. **2001.**
- **Borbolla I., S.** Estudio comparativo de insecticidas a diferentes dosis y número de aplicaciones para el control de gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) en maíz de temporal. Agronomía en Sinaloa – UAS. **1981.**
- **Capinera, J.** Handbook of vegetable pests. San Diego: Academic Press. **1980.**
- **Cárcova J, Borrás L, Otegui ME.** Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en maíz. En: Satorre EH, Benech RL, Slafer GA, de la Fuente EB, Miralles DJ, Otegui ME, Savin

R. [Eds.]. Producción de granos: Bases funcionales para su manejo. Buenos Aires: U.B.A. **2003**.

- **Castro Umaña, J.** Reproducción de la especie *Heliothis zea*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala – Facultad de Agronomía. **1971**.
- **CATIE.** Guía para el manejo de plagas del cultivo de tomate. Costa Rica: Proyecto Regional MIP (Informe técnico). **1990**.
- **Cuadra, M.** Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento, rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) variedad NB – 6. Instituto Nacional de Ciencias Agropecuarias. Managua – Nicaragua. **1998**.
- **Chavez T., H.** Aspecto bioecológico, muestreo de umbrales de daño y métodos de control de gusano cogollero del maíz. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado: Seminario sobre alternativas para el control del gusano cogollero del maíz. **1990**.
- **Dirección Regional de Agricultura San Martín.** Manual técnico del cultivo de maíz Amarillo duro. Perú: Dirección Regional de Agricultura.
 - Ecured. Gusano de la mazorca. **2015**.
- **Faust R., M.; Lee A, Jr Bulla.** Bacterial and their toxins as insecticides in microbial and viral pesticides. New York. **1982**.
- **Galinat, W.C.** The origin of corn. In G.F. Sprague & J.W. Dudley, eds. Corn and corn improvement, p. 1-31. Madison, WI, USA, American Society of Agronomy. **1988**.

- **García R., J. L.; Clavijo S.** Efecto de la alimentación sobre la duración y sobrevivencia de las fases de larvas, prepupa y pupa de *Spodoptera frugiperda* (Smith). **1989.**
- **García Roa, Fulvia; Mosquera, Ana Teresa; Vargas S., Carlos A.; Rojas A., Liliana.** Manejo integrado del gusano cogollero de maíz. Colombia: CORPOICA – Universidad del Sinú. **1989.**
- **Gómez Ramírez, Hilda.** Control biológico. Perú: INIA – SENASA. **2014.**
- **Hardwick, D. F.** The Corn Earworm Complex. Memoirs, Entomological Society of Canada. **1965.**
- **Ittis, H.H.** From teosinte to maize: the catastrophic sexual transmutation. Science, 222: 886-894. **1983.**
- **Injante Silva, Pedro.** Manejo Integrado de Maíz Amarillo Duro. Perú: Agrobanco – UNALM. **2013.**
- **Kempton, J.W..** Mayce and man. J. of Heredity. **1926**
- **Kuno, G.; Mullet, J.; Hernández, M.** Patología de insectos con énfasis en las enfermedades infecciosas y sus aplicaciones en el control biológico. 2a ed. Colombia: Universidad del Valle. **1982.**
- **Lagunes T., A.; Rodríguez C., M.; Domínguez R., R.** Plagas del maíz en la mesa central. Centro de Entomología y Acarología. México: Colegio de postgraduados. **1985.**
- **Lecadet M., M.; Dumanoir E., Frachon.; Ripouteau, H.** Collection of

Bacillus thuringiensis and Bacillus sphaericus (classified by H serotypes).

International entomopathogenic Bacillus Centre. Unite des Bacteries entomopathogenes. Francia: Institut Pasteur. **1994.**

- **Lechner S.; Mayr R.; Francis K.; Pruss B.; Kaplan T.; Wiessner – Gunkel, E.** Bacillus weihenstephanensis. Int J Syst Bacteriol 48: 1373 – 82. **1998.**
- **Luginbill, P.** The fall armyworm. USDA. Tech. Bull: 34.92.
- **Mangelsdorf, P.C.; Reeves, R.G. 1959.** The origin of corn. III. Modern races, the product of teosinte introgression. Bot. Mus. Leafl. Harv. Univ., 18: 389-411. **1928.**
- **Mangelsdorf, PC.; Reeves, RG.** El origen del maíz indio y sus congéneres. 3 ed. Guatemala, Tipografía Nacional. **1948.**
- **Manrique Chávez, Antonio.** Secuencia de labores agronómicas en el cultivo de maíz. **(2015).**
- **Mateo Box, J.M.** Prontuario de agricultura: cultivos agrícolas. Madrid: Grupo Mundi – Prensa Libros S.A. **2005.**
- **Ministerio de Agricultura y Riego.** Cultivo de Maíz. **2016.**
- **Nakamura L.** Bacillus pseudomycooides. Int J Syst Bacteriol 48: 1031 – 5. **1998.**
- **Negrete Baron, Francisco; Morales Angulo, José.** El gusano cogollero del maíz. Colombia: CORPOICA – Universidad del Sinú. **2003.**
- **Núñez Sacarías de Dioses, Elizabeth Yolanda.** Control Biológico. Perú: INIA – SENASA. **2014.**
- **Orozco, U. T.** Arreglos de siembra de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) y

maíz (*Zea mays* L.) en asocio y monocultivos y uso equivalente de la tierra. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. Nicaragua. **1996.**

- **PRAAPERÚ.** Caracterización y aptitud agroclimática de los cultivos de papa y maíz amiláceo en la subcuenca del río Shullcas, Junin. **2016.**
- **Pregonagropecuario.** Manejo de plagas en el cultivo de maíz. **2016.**
- **Rogg, Helmuth W.** Manual: Manejo integrado de plagas en cultivos de la amazonía ecuatoriana. Ecuador: IICA – Escuela Superior Politécnica Ecológica Amazonica. **2000.**
- **Ruíz F., Carlos; Cotrina O., José; De Neef Jan.** Manejo tecnificado del cultivo de maíz en la sierra. Perú: Programa Desarrollo Rural Sostenible – Cajamarca. **2000.**
- **Silvain, J.F.** Spodoptera frugiperda. Francia: SUAD – ORSTOM. **1987.**
- **Sparks N., A.** A review of the biology of the fall armyworm. Fla. Entomol. 62: 82 – 87. **1979.**
- **Tapia, M.E.; Fries, A.M.** Guía de campo de los cultivos andinos. Roma: FAO – ANPE. **2007.**
- **Todd, E. L.** A Checklist of species of *Heliothis* Ochsenheimer (Lepidoptera: Noctuidae). Washington: Proc. Entomol. Soc., 80(1): 1 – 14. **1978.**
- **Tomasino S., F.; Leister R., T.; Dimock, M. B.; Beach R., M.; Kelly, J. L.** Field performance of *clavibacter* XYLI Subsp *Cynodontis* expressing the insecticidal protein gene CRYIA (C) of *Bacillus thuringiensis* against European corn borer in field corn. 5(3): 442 – 448. **1995.**

- **Valdez M, Américo.** Experiencias en el cultivo de maíz en el área andina.
Ecuador: IICA - BID. **1991.**
- **Weatherwax, P.** History and origin of corn. I. Early history of corn and theories as to its origin. In G.F. Sprague, ed. Corn and corn improvement, 1st ed., p. 1-16. New York, NY, USA, Academic Press. **1955.**
- **Wilkes, H.G.** Mexico and Central America as a centre for the origin of agriculture and the evolution of maize. Crop Improv. 6(1): 1-18. **1979.**
- **Wilkes, H.G.** Teosinte: the closest relative of maize revisited. Maydica, XXX: 209-223. **1985.**
- **Wilkes, H.G.** Maize: domestication, racial evolution and spread. In D.R. Harris & G.C. Hillman, eds. Forage and farming, p. 440-454. London, Unwin Hyman. **1989.**
- **Wiseman B., R.; Widstrom, N. W.; McMillian W., W.** Ear characteristics and mechanism of resistance among selected corn earworm. Fla. Entomol. 60(2): 97 – 104. **1977.**
- **Zuñiga, V.F.** Botánica Sistemática. Piura - Perú: Universidad Nacional de Piura. **1989.**

Páginas Web.

- <http://www.pregonagropecuario.com/cat.php?txt=1604>
- http://www.lamolina.edu.pe/Investigacion/programa/maiz/cul_maiz.htm

ANEXOS

Anexo 1. Resultados del análisis de suelos.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS

Dirección : Av. Perú N° 700 - Abancay Teléfono : 321559 Cel. RPM #983679790 Email utea.laborat.suelos.agro@gmail.com



**RESULTADO DE ANÁLISIS N°007-2016-UTEA-FI-EPA-LASA
(FISICO-QUIMICO DE SUELOS)**

DATOS GENERALES

NOMBRE: BENJAMIN GUTIERREZ PEÑA	Recibo N°0629257(11-01-2016)
DEPARTAMENTO : APURIMAC	
PROVINCIA: ABANCAY	Muestra N°01
DISTRITO: TAMBURCO	IDENTIF. USUARIO:
LOCALIDAD: MAUCACALLE	
SECTOR:	FECHA DE MUESTREO: 10-01-2016
CULTIVO:	

RESULTADOS

PRUEBAS	UNIDAD	RESULTADOS	INTERPRETACIÓN
ANALISIS FISICO			
Arena	%	56	
Limo	%	21	
Arcilla	%	23	
Clase textural			FRANCO ARCILLO ARENOSO
ANALISIS QUIMICO			
pH		7.1	Neutro
C.E.	mS/cm	0.138	Normal
TDS	ppm	69.2	Normal
Nitrógeno NO ₃ -N	ppm	6	Bajo
Fósforo P ₂ O ₅	ppm	29.7	Medio
Potasio K ₂ O	Meq/100g	0.30	Medio
Ca+Mg	Meq/100g	28	Bajo en magnesio
CIC Estimado	Meq/100g		

Abancay, 21 de enero 2,016

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMIA
Rosa Eufemia Montoya
Ing. Rosa Eufemia Montoya
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS

Anexo 2. Resultados del análisis de agua.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

Dirección : Av. Perú N° 700 - Abancay Teléfono : 321559 Cel. RPM #983679790 Email utea.laborat.suelos.agro@gmail.com



**RESULTADO DE ANÁLISIS N°009-2016-UTEA-FI-EPA-LASA
(ANÁLISIS DE AGUA DE RIEGO)**

DATOS GENERALES

NOMBRE: BENJAMIN GUTIERREZ PEÑA	Recibo N°0629256 (11-01-2016)
DEPARTAMENTO : APURIMAC	
PROVINCIA: ABANCAY	Muestra N°01
DISTRITO: TAMBURCO	
SECTOR: MAUCACALLE	
COMUNIDAD:	
VERTIENTE: MAUCACALLE	

RESULTADOS

PRUEBAS	UNIDAD	RESULTADOS	GRADO DE RESTRICCIÓN
pH		8.4	Moderadamente alcalino
C.E.	mS/cm	0.135	Sin problema
TDS	ppm	68	Sin problema
Nitrógeno NO ₃ -N	mg/L	2	Sin problema
Fósforo P	mg/L	0.12	Sin problema
Fósforo PO ₄	mg/L	0.4	Sin problema
Ca+Mg	Meq/L	2	Sin problema
Na estimado	Meq/L	< 3	Sin problema
Relación de Adsorción de Sodio (SAR)		2.5	Sin problema

OBSERVACIONES: AGUA APTA PARA RIEGO AGRICOLA

Abancay, 21 de enero 2,016

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

Ing. Rosa Eusebia Marrofo Montoya
RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUAS

Fotografía 1.

Campo experimental antes de la siembra.



Fuente: Recopilación Propia.

Fotografía 2.

Instalación de carteles de los diferentes tratamientos bajo estudio.



Fuente: Recopilación Propia.

Fotografía 3.

Asesor de tesis revisando la evaluación del experimento.



Fuente: Recopilación Propia.

Fotografía 4.

Daño en la fase V6 de la plántula de maíz por ataque de cogollero.



Fuente: Recopilación Propia.

Fotografía 5.

Adulta de la *spodoptera frugiperda* y huevo.



Fuente: Recopilación Propia.

Fotografía 6.

Aplicación de *bacillus thuringiensis*, *beauveria bassiana*, muerte de la larva de *spodoptera frugiperda*



Fuente: Recopilación Propia.

Fotografía 7.

Evaluación de daños del mazorquero



Fuente: Recopilación Propia

Fotografía 8.

Aplicación de bacillus thuringiensis y beauveria bassiana.



Fuente: Recopilación Propia

Fotografía 9.

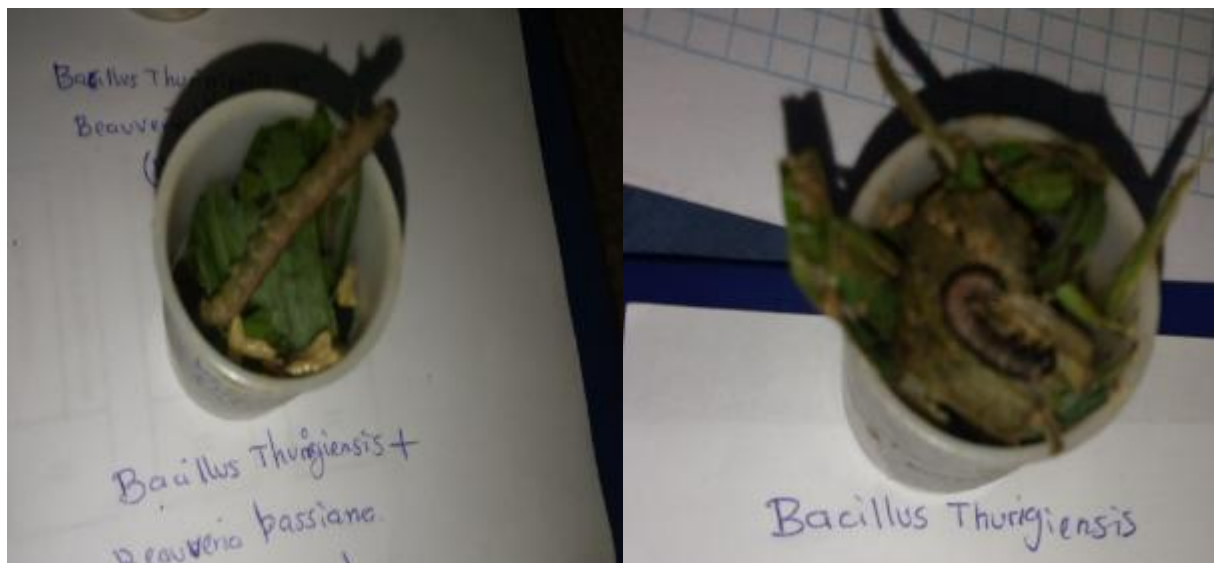
Madurez de la larva de *Heliothis zea* y formación de pupa



Fuente: Recopilación Propia

Fotografía 10.

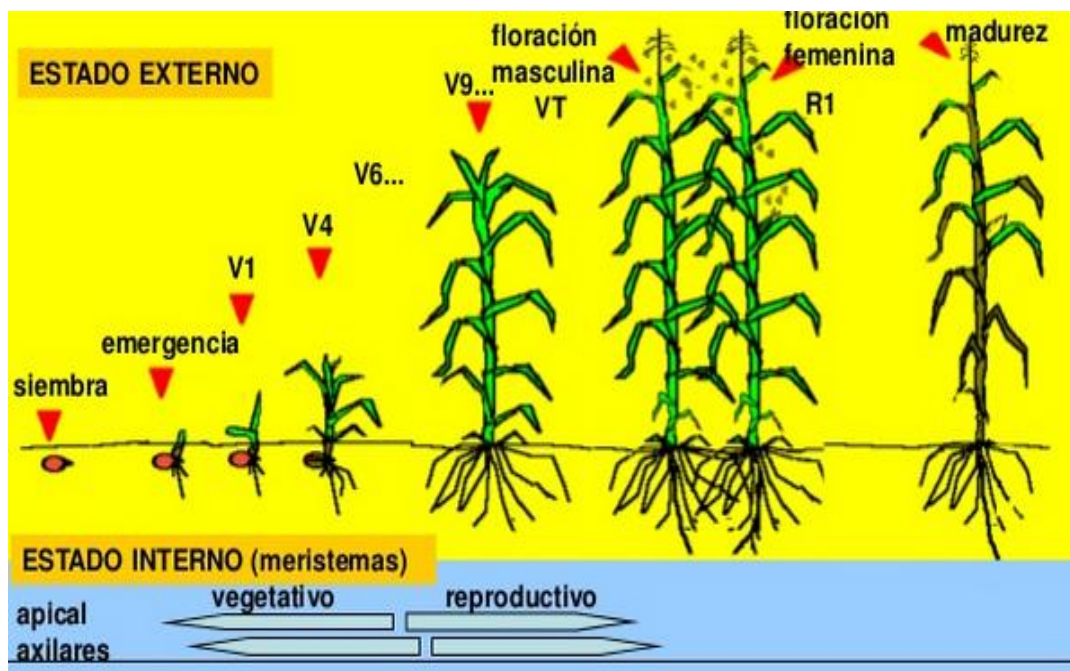
Colección de larvas muertas de *Spodoptera frugiperda* y *Heliothis zea*.



Fuente: Recopilación Propia

Fotografía 11.

Fenología del Maíz.



Fuente: Cárcova J, Borrás L, Otegui ME. (2003).

Fotografía 12.

Resultado final de los tratamientos evaluados.



Fuente: Recopilación Propia